

На правах рукописи



Есин Александр Юрьевич

**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ
РЕЖИМОМ ТРЕНИРОВКИ ПЛОВЦОВ**

Специальность 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Красноярск - 2012

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Громыко Александр Иванович

Официальные оппоненты:

Некрасов Вадим Владимирович кандидат технических наук, Центр международных проектов и программ Международной службы Новосибирского государственного технического университета, заместитель руководителя

Бронов Сергей Александрович, доктор технических наук, доцент, научно-учебная лаборатория систем автоматизированного проектирования кафедры систем искусственного интеллекта Сибирского федерального университета, профессор, руководитель научно-учебной лаборатории

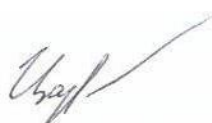
Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

Защита состоится «17» мая 2012 года в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета ДМ 212.099.06 при Сибирском федеральном университете по адресу: г. Красноярск ул. Киренского, 26, корпус «УЛК», ауд. 115.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Сибирского федерального университета.

Автореферат разослан « » апреля 2012 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Царёв Роман Юрьевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В настоящее время в связи с повсеместным внедрением компьютерной техники в образовательный процесс, а также значительным временем, затрачиваемым человеком на деятельность, не требующую физической силы, объём и продолжительность физических нагрузок, выполняемых человеком, существенно снижены. Это обуславливает не только низкий уровень физического развития, но и снижает эффективность труда современного человека, занятого в различных сферах деятельности.

Дозированные физические нагрузки имеют большое значение для всех категорий населения, но наиболее актуальны в подготовке спортсменов. Известно, что физические нагрузки при неправильном планировании и выполнении тренировочного процесса могут привести не только к перетренировке, спаду спортивных результатов, но и могут способствовать возникновению патологических изменений в организме спортсмена. При неправильной дозировке нагрузок у спортсменов повышается риск развития иммунодефицита, возникновения различных простудных и воспалительных заболеваний, влекущих за собой не только спад спортивных результатов, но и возможный преждевременный уход из большого спорта.

Вопросам повышения эффективности тренировочного процесса с введением строго дозированных по интенсивности и времени выполнения физических нагрузок в последнее время посвящено много работ применительно к конкретным видам спорта [Вайцеховский С.М., Филин В.П., Вязигин А.Ю., Озолин Н.Г.]. Получили достаточно широкое распространение радиоэлектронные автоматизированные средства контроля и управления характером, интенсивностью и продолжительностью упражнений и отдыха между ними [Michael Maschke, Dale Julian Misczynski]. Известны разработки электротехнических комплексов управления режимом тренировки спортсменов-пловцов с использованием светового индикатора — лидирующего элемента перемещающегося по дну бассейна с заданной тренером скоростью [Garber Jarrod, Greves, Roland, Stanley, Путин А.М.]. Решению задач повышения эффективности тренировочного процесса спортсменов-пловцов с помощью электротехнических комплексов со светоизлучающими элементами посвящены работы профессора О.Н. Московченко, С.М. Вайцеховского и других отечественных и зарубежных ученых: Derek Thomas Bradford, Garber Jarrod, В.П. Филина. Однако известные электротехнические комплексы имеют один общий недостаток — необходимость размещать средства, обеспечивающие передвижение лидирующего элемента, по всей протяжённости плавательного бассейна, что

влечет ряд производных недостатков: дополнительные затраты на обслуживание дна бассейна, использование средств фиксации прибора на дне, что увеличивает массу прибора и существенно затрудняет его монтаж и транспортировку. Повышение точности позиционирования лидирующего элемента за счёт увеличения дискретности расположения световых элементов влечет за собой пропорциональный рост цены устройства и трудозатрат на его изготовление.

Альтернативным вариантом точности позиционирования видится использование в качестве лидирующего элемента отражение луча света, источником которого может служить программно управляемый лазерный излучатель.

Таким образом, представляется перспективной и актуальной задача исследования и создания новых конструкций, методов моделирования и проектирования многофункциональных электротехнических комплексов автоматизированного управления режимом тренировки спортсменов-пловцов, с целью повышения эффективности тренировочного процесса.

Целью диссертации является разработка электротехнического комплекса для управления режимом тренировки пловцов с использованием электропривода, светоизлучающих элементов и радиоэлектронных средств.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Произвести исследования влияния толщи воды бассейна и отражающих характеристик дна на яркость лидирующего элемента электротехнического комплекса.
2. Рассчитать мощность источника светового потока, испускаемую лидирующим элементом достаточную для четкого восприятия глазом спортсмена, но не влияющую отрицательно на органы зрения.
3. Исследовать возможность организации непрерывного перемещения лидирующего элемента углозадающим электроприводом по всей дорожке плавательного бассейна с учетом его электрофизических и геометрических параметров.
4. Разработать алгоритм управления мощностью излучения, обеспечивающей нормальное восприятие глазом спортсмена лидирующего элемента.
5. Провести проверку основных результатов работы при помощи вычислительного моделирования и экспериментальных исследований.

Объект исследования — электротехнический комплекс для управления режимом тренировки спортсменов-пловцов.

Предмет исследования — способы и технические решения создания электротехнических комплексов и систем организации и управления тренировкой спортсменов-пловцов с использованием углозадающего электропривода и оптико-электронных средств.

Методы исследования: в диссертации использованы методы математической статистики, численного анализа, теории измерений, вычислительной математики и статистического моделирования на ЭВМ в среде MATLAB, экспериментальные исследования на действующих опытных образцах.

Результаты, выносимые на защиту и представляющие научную новизну:

Разработана математическая модель электротехнического комплекса управления положением лидирующего элемента на дне плавательного бассейна, с одновременным регулированием его геометрических и оптических параметров, учитывающая влияние среды распространения.

Произведена параметрическая идентификация разработанной математической модели с использованием макета устройства и испытательных стендов.

Предложены принципы построения электротехнического комплекса для организации и перемещения лидирующего элемента в плавательном бассейне, посредством управляемого углозадающего электропривода и регулируемой мощности сфокусированного луча света.

Значение для теории.

Развита теория программного управления для совместного использования в электротехническом комплексе светоизлучающего элемента и углозадающего электропривода на основе теоретических и экспериментальных исследований.

Практическая ценность исследования.

Разработанный способ обеспечивает повышение эффективности тренировочного процесса за счёт ведения спортсмена по дистанции посредством лидирующего элемента, организуемого углозадающим электроприводом и сфокусированным лучом света.

Предложенные устройства, защищены патентами РФ, опытный образец изготовлен и прошёл предварительные испытания.

Достоверность научных и практических результатов подтверждается корректным применением математического аппарата, расчётами с использованием математической модели на базе пакета MATLAB, удовлетворительным совпадением результатов математического

моделирования с результатами физического моделирования и натуральных экспериментов, полученных с использованием опытного образца.

Апробация результатов работы.

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих научно-технических конференциях:

- На Международной научно-практической конференции НГУ им. П.Ф. Лесгафта «Исследования, тренировка, гидрореабилитация» в г. Санкт-Петербурге (2009 г.).
- На Международной научно-практической конференции специалистов подводного спорта «Восток-Россия-Запад» в г. Красноярске (2010 г.).
- На ежегодной Всероссийской научно-технической конференции молодых учёных и студентов «Современные проблемы радиоэлектроники» в г. Красноярске (2010, 2011 гг.).

Основные результаты диссертационного исследования отражены в 5 печатных публикациях, из них 1 — в журнале, рекомендованном ВАК, 4 статьи в научных сборниках, а также в 3 патентах.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, четырёх разделов основного текста на 120 страницах, заключения, списка литературы, включающего 64 наименования, и приложений содержащих акты внедрения результатов диссертационной работы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность направления исследований, проводимых в диссертации, сформулированы цель и задачи исследований, основные результаты, выносимые на защиту, показана научная новизна, достоверность и практическая значимость полученных результатов. Приведены краткие сведения о структуре диссертации.

В первом разделе дан анализ существующих методов и систем ведения спортсмена по дистанции и их классификация; определены пути совершенствования существующих лидирующих систем.

Управлению тренировочным процессом с целью освоения дозированных физических нагрузок посвящено много работ, [Московченко О.Н., Вайцеховский С.М., 17, Булгакова Н.Ж., Вязигин А.Ю.] в которых предложены устройства ведения спортсмена по дистанции с использованием лидирующего элемента. В известных устройствах в качестве лидирующего элемента используют: подсвечиваемый поплавок; светоизлучающий элемент; флажок на тресе или мотоциклиста, движущегося по беговой либо конькобежной дорожке. По количеству одновременно перемещающихся

лидирующих элементов все способы организации можно разделить на следующие группы:

- первая включает устройства, где лидирующий элемент (мотоциклист, флажок поплавок и др.) перемещается вдоль пути движения спортсмена, а спортсмен следует за ним. Недостатком устройств данной группы является отсутствие возможности организации нескольких лидирующих элементов одновременно.
- вторая включает устройства, где лидирующим элементом является светоизлучающий элемент, который реализуют путем последовательного переключения цепочки светоизлучающих элементов с заданной скоростью. Для организации тренировочного процесса группы спортсменов предусмотрено одновременное включение нескольких лидирующих элементов.
- к третьей группе следует отнести предложенный автором альтернативный вариант реализации лидирующего элемента с помощью углозадающего электропривода и луча света, источником которого может служить программно управляемый лазерный излучатель.

На основании проведённого анализа сформулированы задачи исследования диссертационной работы, перечисленные выше.

Во втором разделе представлена математическая модель для проведения численного анализа световых характеристик системы. На первом этапе решалась задача определения необходимого и достаточного значения светового потока испускаемого лидирующим элементом и падающего на органы зрения спортсмена. Для снятия экспериментальных данных, лазерный модуль был установлен на плавучую платформу с прозрачным дном, так чтобы лазерный луч падал на дно бассейна под прямым углом относительно поверхности воды (рис.1).

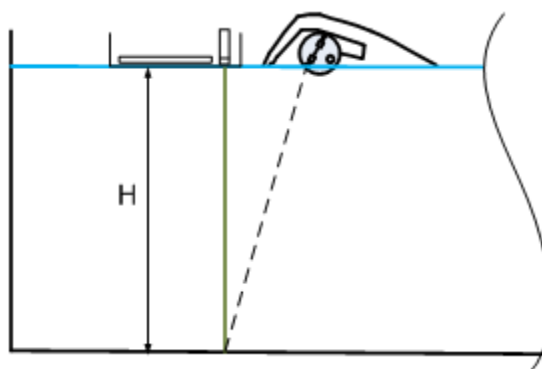


Рис. 1. Экспериментальная установка для анализа необходимой и достаточной освещённости глаза спортсмена лидирующим элементом

На этой же платформе был установлен фотоэлемент для оценки освещённости. На трёх глубинах ($H=1.91$, $2,5$ и $4,37$ м) оценивалась субъективная восприимчивость яркости пятна глазом человека, в зависимости от электрической мощности, подаваемой на лазерный модуль. Действительное значение освещённости глаза наблюдателя определяли из равенства 1.

$$E_{\Gamma} = \frac{I_{\lambda 2}}{H^2} e^{-k_{\lambda} H} = \frac{K * \Phi_{1 * p}}{2\pi H^2} e^{-k_{\lambda} * 2H}; \text{ [лк]} \quad (1)$$

Результаты исследования представлены на рис. 2, где E_{Γ} [лк] — освещённость глаза наблюдателя лидирующим элементом, и качественная оценка восприимчивости пятна глазом человека, отложена по оси ординат.

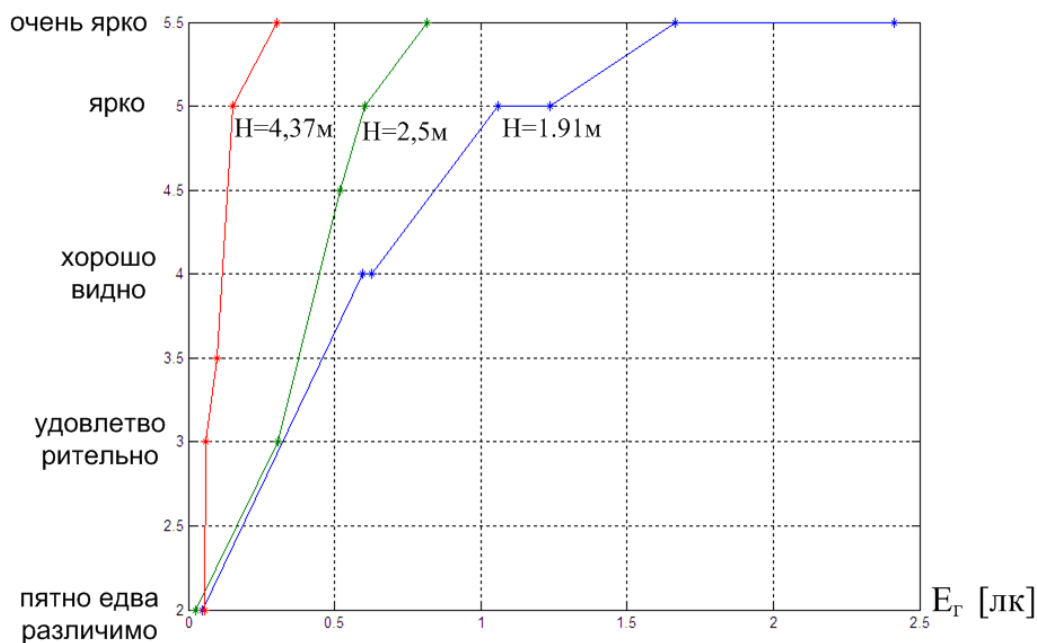


Рис. 2. Качественная оценка восприимчивости пятна глазом человека в зависимости от освещённости глаза наблюдателя

Данное исследование позволило сделать вывод, что для незатруднительного наблюдения спортсменом лазерного пятна с длиной волны 535нм необходимо и достаточно, чтобы в точке наблюдения лидирующий элемент был создан световым потоком $\geq 0,5$ люкс на глубинах бассейна до $2,5$ м и $\geq 0,1$ люкс на глубинах $> 2,5$ м.

На основании выполненных расчетов произведён выбор точки размещения прибора и основных узлов управления в плавательном бассейне,

позволяющей организовать отчетливо видимый лидирующий элемент пловцом, перемещающимся вдоль плавательной дорожки на дне бассейна.

На рис. 3 показано место размещения электротехнического комплекса с указанием основных узлов в чаше 25-метрового бассейна. Рисунок выполнен в масштабе (1:160).

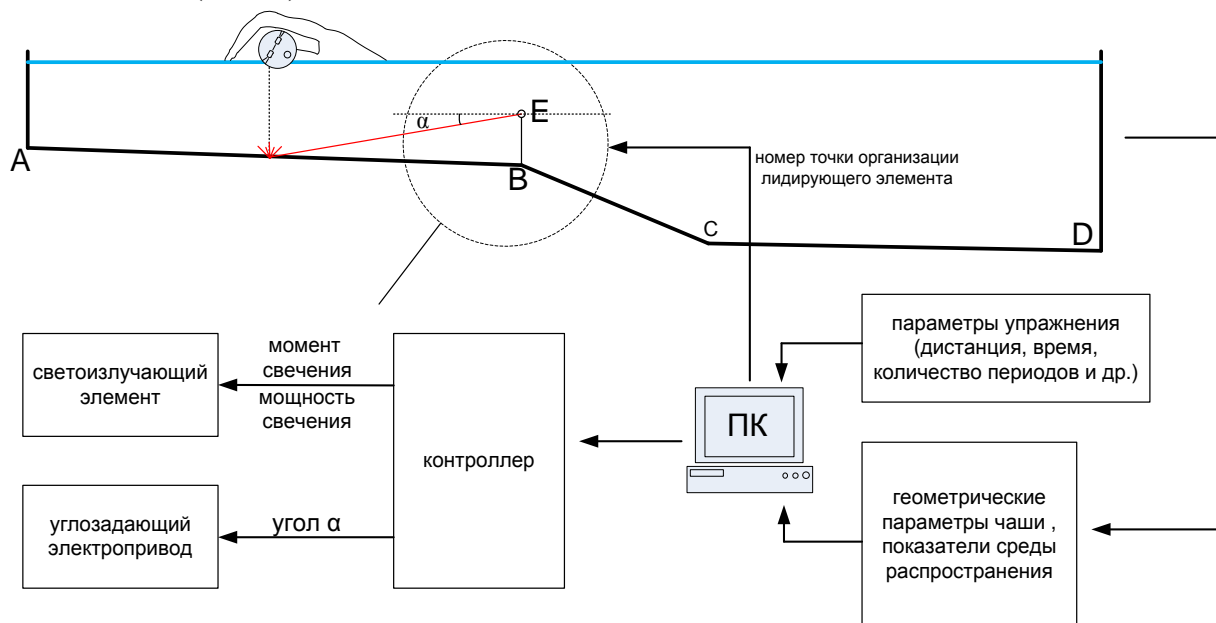


Рис. 3. Функциональная схема электротехнического комплекса, вариант установки основных узлов под водой над точкой В

Расположение прибора в толще воды на границе мелкой и наклонной части исключает преломление и частичное отражение луча от границы вода-воздух, и обеспечивает реализацию лидирующего элемента в любой точке данной дорожки, поскольку между точкой расположения прибора и точкой положения лидирующего элемента можно провести прямую, не пересекая плоскостей дна бассейна. Достигнуто минимальное изменение длины луча при движении лидирующего элемента и, как следствие, минимальный интервал регулировки мощности светоизлучающего элемента прибора.

Для разработки алгоритма управления мощностью светового потока, обеспечивающего нормальное восприятие глазом спортсмена лидирующего элемента находящегося на разной глубине, исследованы оптические характеристики системы в режиме регулировки мощности, подаваемой на светоизлучающий элемент. При проведении расчетов учитывались следующие параметры:

- 1) зависимость положения и площади лидирующего элемента от угла α - падения луча на дно относительно плоскости поверхности воды;
- 3) интенсивность затухания светового излучения при распространении в воде плавательного бассейна до и после отражения от дна;

4) зависимость параметров отражённого от дна светового излучения от угла падения луча на дно и характеристик поверхности дна бассейна.

На основе геометрических параметров чаш плавательных бассейнов длиной 25 и 50 м исследована зависимость положения лидирующего элемента от угла относительно плоскости поверхности воды.

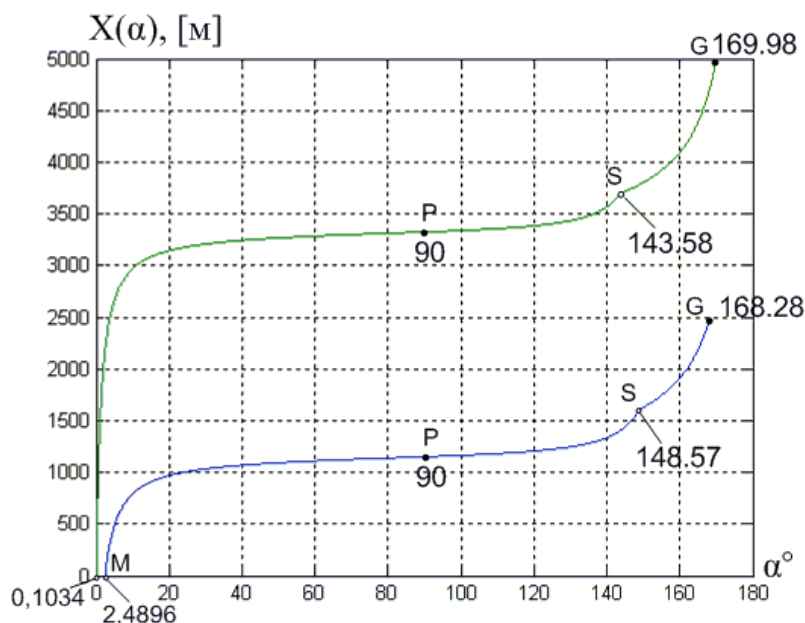


Рис. 4. Зависимости $X(\alpha)$ для чаши бассейна длиной 25 м и 50 м

Исследование позволило выявить минимальный и максимальный углы α падения луча на дно относительно плоскости поверхности воды, График полученных зависимостей $X(\alpha)$ для 25-метрового бассейна внизу (рис. 4) в верхней части $X(\alpha)$ для 50-метрового бассейна.

Расчеты $X(\alpha)$ позволили определить зависимость геометрических параметров лидирующего элемента от угла падения луча на дно для различных моделей расходящегося светового луча. Показано, что при организации лидирующего элемента посредством расходящегося луча его площадь по мере удаления от точки установки прибора увеличивается в 16,4 раза для 25 м и 47,5 раз для бассейна 50 м.

При известной зависимости площади лидирующего элемента и параметров луча света рассчитана зависимость длины лидирующего элемента рис. 5.

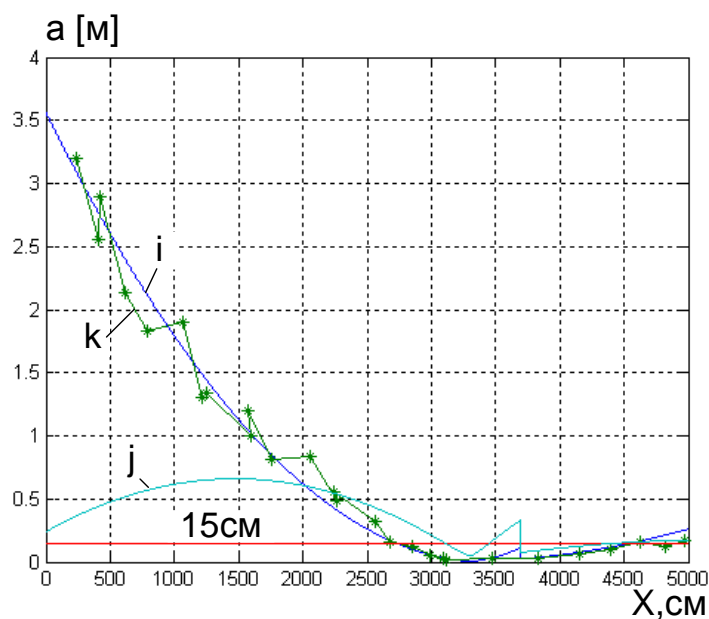


Рис. 5. Экспериментальные и расчётные зависимости длины лидирующего элемента $a(\alpha)$

Для определения влияния неровностей дна бассейна на параметры лидирующего элемента проведена экспериментальная работа в чаше пятидесятиметрового бассейна со слитой водой с использованием промежуточного макета прибора. В эксперименте получена оценка длины лидирующего элемента при разных значениях α . Результаты исследований представлены на рис. 5. Данное исследование позволило выявить влияние неровностей дна бассейна и геометрических размеров кафельной плитки на среднеквадратическое отклонение длины лидирующего элемента в каждой исследуемой точке от математического ожидания. Совпадение теоретических (см. рис. 5, характеристика i) и экспериментально полученных кривых (см. рис. 5, характеристика k) позволяет сделать вывод о достоверности методики расчёта геометрических параметров лидирующего элемента.

Исследование затухания светового излучения до и после отражения от дна бассейна было рассчитано на базе закона Бугера-Ламберта. При этом коэффициент затухания был выбран с учётом длины волны излучения и среды распространения, которой является вода плавательного бассейна. Согласно предварительно проведённому расчёту, было выявлено, что до отражения от дна световой поток затухает в зависимости от длины луча от 10 % до 99,993 %.

На основе результатов, представленных выше, и индикатрис рассеяния двух образцов покрытия дна чаши плавательного бассейна, измеренных экспериментальным путём для белого гладкого зеркального кафеля и белого

шероховатого кафеля, в работе исследованы оптические характеристики лидирующего элемента.

$$M(\alpha) = \frac{\Phi_i * \rho * e^{-k\lambda EX_k(\alpha)}}{G(\alpha)} = 4 \frac{\sin(\xi(\alpha)) * \Phi_i * \rho * e^{-k\lambda EX_k(\alpha)}}{\pi b^2}; \left[\frac{Bm}{M^2} \right] \quad (2)$$

$$L(\alpha) = 2 \frac{K * S_2 * \Phi_i * \rho * \sin(\xi(\alpha)) * \delta(\xi(\alpha), \beta)}{\pi^2 b^2 h_k^2} e^{-k\lambda(h_k + EX_k(\alpha))}; \left[\frac{\kappa d}{M^2} \right] \quad (3)$$

$$E\Gamma(\alpha) = \frac{K * \Phi_i * \rho * \delta(\xi(\alpha), \beta)}{2\pi h_k^2} e^{-k\lambda(h_k + EX_k(\alpha))}; [лк] \quad (4)$$

Результаты исследований освещённости глаза спортсмена лидирующим элементом представлены на рис. 6.

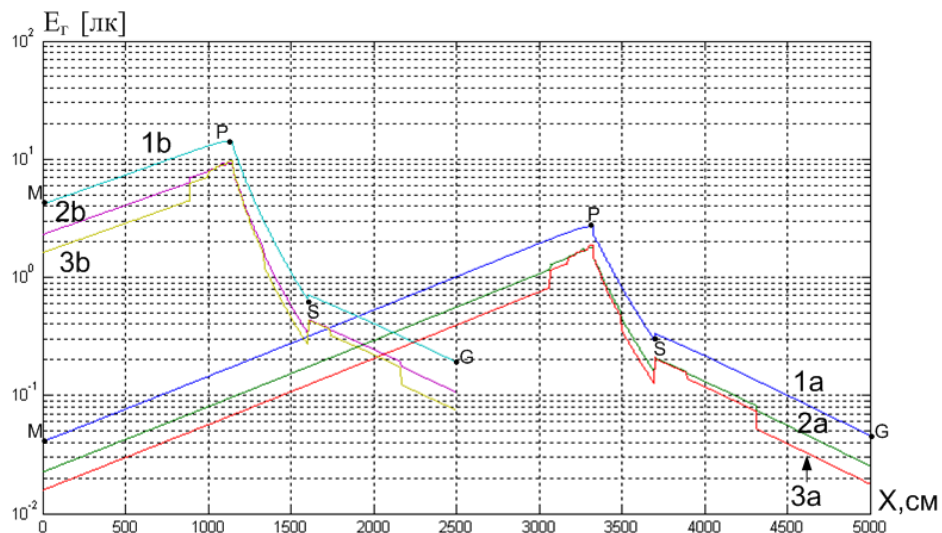


Рис. 6. Зависимости освещённости глаза спортсмена, сопоставленные со значениями X, 1 – идеальные условия ($\rho=1$, $\delta=1$), 2 – для шероховатого кафеля, 3 – для гладкого зеркального кафеля, а – для бассейна 50 м, б – для бассейна 25 м

Для оценки справедливости принятой математической модели расчета освещенности (4) были проведены экспериментальные измерения зависимости освещённости глаза спортсмена от положения лидирующего элемента на дне. Экспериментальные измерения выполнены на 50 метровом бассейне с помощью макета прибора содержащего вольтметр и фотоэлемент установленные в герметичном корпусе на плавучей основе. Макет фиксировался в каждой точке наблюдения на поверхности воды. Для повышения достоверности результатов эксперимента измерения проводились в ночное время суток, диапазон изменения угла был в пределах $0.1466^{\circ} < \alpha < 169.7^{\circ}$.

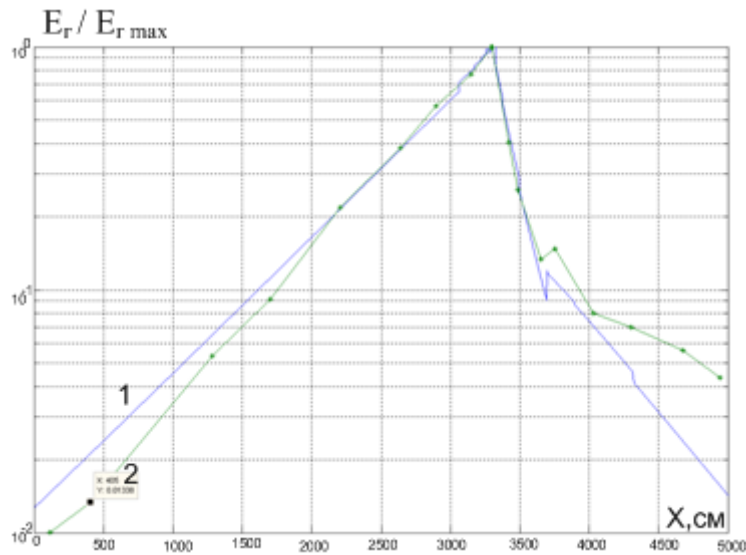


Рис. 7. Нормированные зависимости освещённости глаза спортсмена лидирующим элементом, сопоставленные с параметром X

Нормированные результаты измерений представлены на рис. 7, линия 1 рассчитана по формуле (4), 2 – экспериментальные данные. Нахождение взаимнокорреляционной функции между расчетными и экспериментальными данными показал статистическую взаимосвязь между ними с вероятностью 0,91, что позволяет утверждать: функция расчета освещённости глаз спортсмена лидирующим элементом достоверна.

Рассчитанные значения мощности, подаваемой на светоизлучающий элемент, при условии нормального восприятия лидирующего элемента глазом спортсмена выполнены на основе решения обратной задачи нахождения величины светового потока $\Phi_i(\alpha)$, по результатам расчета оптических параметров лидирующего элемента из выражения 5.

$$\Phi_i(\alpha) = \frac{2\pi h_k^2 * E_2}{K * \rho * \delta(\xi(\alpha), \beta) e^{-k\lambda(h_k + EX_k(\alpha))}}; [вт] \quad (5)$$

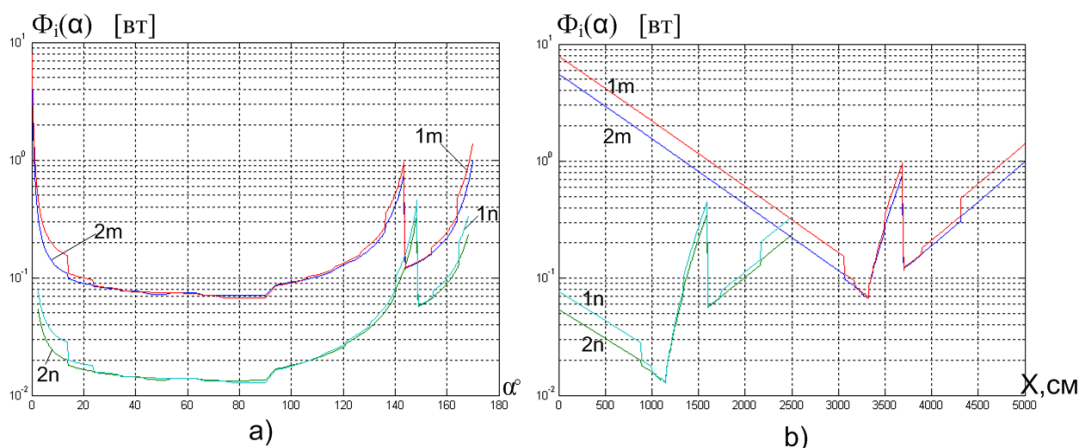


Рис. 8. Зависимости $\Phi_i(\alpha)$ при постоянной освещённости E_2

На рис. 8 показана зависимость мощности, испускаемой светоизлучающим элементом, при условии поддержания постоянной освещённости глаза спортсмена лидирующим элементом. В результате выполненных в работе расчетов были получены диапазоны регулировки мощности, испускаемой светоизлучающим элементом для 25 м и 50 м бассейна, для двух вариантов покрытия дна.

Поскольку вероятность попадания прямого луча света на органы зрения спортсмена не равна нулю, были проведены расчеты допустимой яркости светоизлучающего элемента безопасной для глаз спортсмена. Установлено, что при рассчитанном диапазоне изменения яркости светоизлучающего элемента попадание прямого светового потока в глаза пловца может вызвать временное ослепление без последствий для органов зрения.

По второму разделу сделан вывод о том, что комбинированная математическая модель позволяет произвести расчёт всех оптических и геометрических параметров лидирующего элемента.

В третьем разделе сформулированы требования к углозадающему электроприводу оптико-электротехнического комплекса для управления режимом тренировки спортсменов-пловцов согласно которым необходимо:

1. Устанавливать луч в пределах $0.1034^{\circ} \leq \alpha \leq 169.9784^{\circ}$.
2. Обеспечить скорость движения лидирующего элемента в пределах $0.2\text{м/с} \leq v \leq 3\text{м/с}$ с шагом $\leq 1\text{м}$ для 50-метровых бассейнов и $\leq 0,5\text{м}$ для 25-метровых бассейнов.
3. Ограничить погрешность установки положения лидирующего элемента 10 % от величины шага.
4. Обеспечить возможность реализации до пяти лидирующих элементов на одной дорожке одновременно перемещающихся по индивидуальной программе.

С использованием геометрических параметров чаш плавательных бассейнов требование 2 и 3 пересчитаны из координат лидирующего элемента, представленных в метрах, в параметры задания угла падения луча на дно.

В связи с требованиями 1–4 в работе предложены две группы углозадающих электроприводов: группа А удовлетворяет первым трём требованиям, т. е. возможна тренировка только одного спортсмена, группа Б удовлетворяет всем требованиям.

Вариантом углозадающего электропривода, относящегося к группе А, является шаговый двигатель, управляемый драйвером с большим делением

минимального до максимального, а устанавливающий конкретные значения угла с фиксацией зеркал (рис. 9).

По результатам работы изложенной в третьем разделе разработаны общие требования к углозадающим электроприводам, описаны их конструкции и алгоритмы работы для организации лидирующего элемента (группы А В), исследованы их основные параметры.

В четвёртом разделе намечены пути дальнейшего развития электротехнических комплексов и систем организации и управления тренировкой спортсменов-пловцов и представлен опытный образец электротехнического комплекса, построенного на базе шагового двигателя, управляемого драйвером с большим делением шага (рис. 10). Описаны основные параметры системы и алгоритм ее работы.

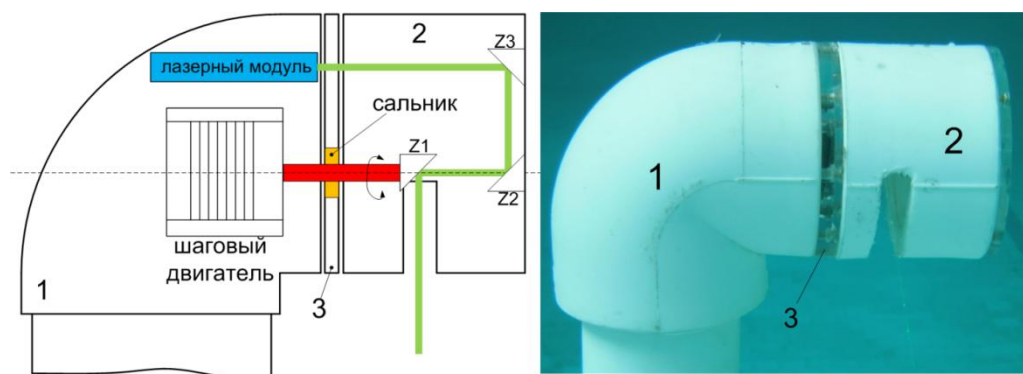


Рис. 10. Чертёж и внешний вид корпуса прибора на базе шагового двигателя и драйвера с большим делением шага

Дальнейшее развитие электротехнических комплексов организации и управления тренировкой спортсменов-пловцов будет связано с созданием комплексной системы отслеживания загруженности организма пловца, во время прохождения дистанции, по пульсу и другим физиологическим параметрам и регулировки физической нагрузки в реальном времени путём изменения скорости лидирующего элемента.

В заключении изложены основные результаты и перспективы продолжения работы.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Выполнен аналитический обзор электротехнических комплексов и систем для управления тренировкой пловцов, выявлены недостатки, связанные с необходимостью применения средств, размещённых по всей длине плавательного бассейна, и разработаны пути их устранения методом организации лидирующего элемента с использованием сфокусированного луча света.
2. Исследованы зависимости четкости восприятия спортсменом лидирующего элемента в условиях тренировки в плавательном бассейне на различных глубинах, рассчитаны необходимые и достаточные значения оптических параметров лидирующего элемента для незатруднительного наблюдения.
3. Разработан алгоритм управления мощностью излучения, обеспечивающей нормальное восприятие глазом спортсмена лидирующего элемента, с применением в расчётах геометрических параметров двух видов чаш плавательных бассейнов и оптических параметров образцов покрытий дна.
4. Разработаны критерии построения оптико-электротехнического комплекса для управления режимом тренировки спортсменов-пловцов.
5. Разработаны и защищены патентами РФ две группы электротехнических комплексов и алгоритмы их работы, обеспечивающие непрерывное перемещение лидирующего элемента углозадающим электроприводом по всей дорожке плавательного бассейна с учётом электрофизических и геометрических параметров. Доказана достоверность результатов вычислительного моделирования удовлетворительным совпадением результатов расчёта с данными натуральных экспериментов на опытном образце.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации по перечню ВАК и приравненные к ним:

1. Esin, A. Yu. A Laser-Assisted Trainer for Swimmers [Текст] / A. Yu. Esin // Instruments and Experimental Techniques. – 2011. – Vol. 54. – №. 4. – P. 601–602. © Pleiades Publishing, Ltd. [Есин, А.Ю. Тренажер для пловцов с использованием лазера [Текст] / А.Ю.Есин // Приборы и техника эксперимента. – 2011. – № 4. – С. 164–165.]
2. Пат. 2379081 Российская Федерация, МПК⁷ А63В 69/12, А63К 3/02, G707С 1/22. Лазерный тренажёр для тренировки спортсменов [Текст] / Есин А.Ю. ; заявитель и патентообладатель Есин А.Ю. – № 2008144144/12 ; заявл. 06.01.08 ; опубл. 20.01.12, Бюл. № 2. – 5 с. : ил.
3. Пат. 2395322 Российская Федерация, МПК⁷ А63В 69/00, А63В 69/12. Лазерный тренажёр для тренировки спортсменов [Текст] / Есин А.Ю. ; заявитель и патентообладатель Есин А.Ю. – № 2009109506/12 ; заявл. 16.03.09 ; опубл. 27.07.10, Бюл. № 21. – 7 с. : ил.
4. Пат. 2408406 Российская Федерация, МПК⁷ А63В 69/00. Лазерный тренажёр для тренировки пловцов [Текст] / Есин А.Ю. ; заявитель и патентообладатель Есин А.Ю. – № 2009116048/05 ; заявл. 27.04.09 ; опубл. 10.01.11, Бюл. № 1. – 3 с. : ил.

Прочие публикации:

5. Есин, А.Ю. Тренировочный лидер на основе лазерного излучения [Текст] / А.Ю. Есин // Плавание. Исследования, тренировка, гидрореабилитация / под общ. ред. А.В. Петряева. – СПб: Петроград, 2009. – С. 111–113.
6. Есин, А.Ю. Программно-аппаратный комплекс для тренировки пловцов-подводников [Текст] / А.Ю. Есин // Восток-Россия-Запад. Подводный спорт. Современное состояние и перспективы развития : материалы Междунар. науч.-практ. конф. специалистов подводного спорта (5–6 мая 2010, г. Красноярск) / под общ. ред. О.Н. Московченко; Сиб. гос. аэрокосмич. ун.-т. – Красноярск, 2010. – С. 136–137.
7. Есин, А.Ю. Устройство для ведения пловцов по дистанции [Текст] / А.Ю. Есин // Современные проблемы радиоэлектроники : сб. науч. тр. / под. ред. А.И. Громыко, Г.С. Патрина; Сиб. федер. ун.-т. – Красноярск, 2010. – С. 38–42.
8. Есин, А.Ю. Аппаратное обеспечение для тренировки пловцов на базе лазерного излучения [Текст] / А.Ю. Есин // Современные проблемы радиоэлектроники : сб. науч. тр. / под. ред. А.И. Громыко, Г.С. Патрина; Сиб. федер. ун.-т. – Красноярск, 2011. – С. 201–204.

Подписано в печать 09.04.2012. Печать плоская. Формат 60x84/16
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 1,5. Тираж 110 экз. Заказ 7267

Отпечатано полиграфическим центром
Библиотечно-издательского комплекса
Сибирского федерального университета
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 82а
Тел/факс (391)206-26-58, 206-26-49
E-mail: print_sfu@mail.ru; <http://lib.sfu-kras.ru>